

## PRILOGA 1B

## NASLOVNA STRAN NAČRTA

## OSNOVNI PODATKI O GRADNJI

naziv gradnje	SANACIJA PLAZU "SOCKA" NA JP 964131 SOCKA - TRNOVLJE - SELCE
kratek opis gradnje	Sanacija plazu s AB podporno sidrano pilotno steno, opornim kamnitim zidom, kamnitimi drenažnimi rebri, ter rekonstrukcijo ceste in ureditvijo odvodnjavanja
Seznam objektov, ureditev površin in komunalnih naprav z navedbo vrste gradnje.	
vrste gradnje	<input type="checkbox"/> novogradnja - novozgrajen objekt
Označiti vse ustrezne vrste gradnje	<input type="checkbox"/> novogradnja - prizidava
	<input checked="" type="checkbox"/> rekonstrukcija
	<input type="checkbox"/> sprememba namembnosti
	<input type="checkbox"/> odstranitev


## DOKUMENTACIJA

vrsta dokumentacije	PZI (projektna dokumentacija za izvedbo gradnje)
(IZP, DGD, PZI, PID)	
številka projekta	991
	<input type="checkbox"/> sprememba dokumentacije



## PODATKI O NAČRTU

strokovno področje načrta	Elaborat vpliva podnebnih sprememb
številka načrta	991 Evps
datum izdelave	november 2023

## PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA

ime in priimek pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	Mitja BIRSA, univ.dipl.inž.grad.
identifikacijska številka	G-0969
podpis pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	

## PODATKI O PROJEKTANTU

projektant (naziv družbe)	GRADING podjetje za gradbeni inženiring d.o.o.
naslov	Obrežna ulica 1, 2000 Maribor
vodja projekta	Mitja BIRSA, univ.dipl.inž.grad.
identifikacijska številka	G-0969
podpis vodje projekta	
odgovorna oseba projektanta	Manica Škrabl
podpis odgovorne osebe projektanta	

## PRILOGA 3

## KAZALO VSEBINE PROJEKTA

**PZI***po potrebi dodaj vrstice*

naziv načrta

številka načrta

**PID***navesti tiste načrte, ki so dopolnjeni ali izdelani na novo*

naziv načrta

številka načrta

Vodilni načrt	991		
Načrt gradbenih konstrukcij - sanacija plaz	991 K		
Geološko geotehničen načrt	991 Geo		
Elaborat vpliva podnebnih sprememb	991 Evps		
Geodetski načrt	464-23		

*po potrebi dodaj vrstice***KAZALO IZKAZOV****PZI***po potrebi dodaj vrstice*

naziv izkaza

št. izkaza


*po potrebi dodaj vrstice*

# KAZALO VSEBINE ELABORATA

---

## KAZALO ELABORATA VPLIVA PODNEBNIH SPREMEMB

---

naziv elaborata		naziv načrta	oznaka
<b>S</b>	<b>SPLOŠNI DEL</b>		
	Naslovna stran elaborata		<b>S.1</b>
	Kazalo vsebine projekta		<b>S.3.1</b>
	Kazalo vsebine elaborata		<b>S.3.2</b>
<b>T</b>	<b>TEHNIČNI DEL</b>		
	Tehnično poročilo		<b>T.1.1</b>
<b>P</b>	<b>PRILOGE</b>		
	Situacija odvodnjavanja - prispevne površine		<b>P.1</b>
	Hidravlični izračun		<b>P.2</b>
	Ocena sprememb nalivov za občino Vojnik		<b>P.3</b>

*po potrebi dodaj vrstice*

---

## TEHNIČNO POROČILO

---

# TEHNIČNO POROČILO

## T.1 SPLOŠNO

Po naročilu Občine Vojnik smo izdelali projektno dokumentacijo sanacije plazu »Socka na JP964131 Socka – Trnovlje – Selce«.

Območje plazu je v Občini Vojnik na višinski koti približno 405m. Cesta na območju plazu je široka do 2,75m in je speljana v desni krivini s prehodom v levo krivino preko gričevnatega terena v mešanem cestnem profilu z desno nasipno in levo vkopno brežino. Pod in nad cesto je travnato pobočje.

Plaz na JP se je aktiviral v dolžini približno 100m. V začetnem delu na dolžini 45m poteka odlomna razpoka na pobočju pod cesto. Na preostalem območju se je plaz razširil še preko ceste na pobočje nad cesto. Odlomna razpoka plazu je na travnati brežini 30m nad cesto.

Odvodnjavanje površinske vode je urejeno z zemeljskim jarkom ob vznožju brežine in odvodom vode v BJ in preko prepusta na desno brežino v odvodni jarek. Zaradi lezenja pobočja nad cesto v zemeljski jarek, so bile v jarek na območju plazu položene betonske cevi, ki pa so z aktiviranjem plazu polomljene.

Sanacija plazu na obravnavanem območju je predvidena z opiranjem leve vkopne brežine ob cesti s kamnitim zidom na dolžini L=69m in podpiranjem cestišča z AB sidrano pilotno steno v dolžini L=105m.

Odvodnjavanje površinske vode iz pobočja nad cesto je predvideno z betonsko kanaletto ob vznožju brežine, oziroma ob kamnitem zidu. Voda iz kanalet bo speljana v BJ št. 2 in 4, ter po odvodni kanalizaciji PE HD  $\Phi 350$  v BJ št.1 in  $\Phi 400$  v BJ št. 3. Voda iz ceste bo odvedena po asfaltni koritnici v BJ št.1 in po odvodni kanalizaciji PE HD 400 v obstoječi jarek.

## T.2 PREVODNOST ODVODNE KANALIZACIJE

### T.2.1 VHODNI PODATKI

#### T.2.1.1 Izbira obdobja izračuna

Pri izračunu prepusta in cevi odvodne kanalizacije smo na podlagi priporočil in dosedanjih izkušenj upoštevali pričakovane oz. ocenjene ekstremne padavine v letih 2023 in 2050.

V hidravličnem izračunu prevodnosti prepustov in odvodne kanalizacije so zajete količine površinske vode v vplivnem območju ceste in pobočja nad cesto, ki gravitira v odvodno kanalizacijo. Prevodnost kanalizacijskih cevi je preverjena za 15 minutni naliv v 100 letni povratni dobi.

#### T.2.1.2 Ocena sprememb kratkotrajnih nalivov za obravnavano območje

Oceno sprememb nalivov na območju Občine Vojnik je v oktobru 2023 pripravila ga. Neža Lokošek iz agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO) in je priloga poročila.

Podatki so pripravljene za zmerno optimističen scenarij RCP4.5, ki predpostavlja znatne blažilne ukrepe glede izpustov toplogrednih plinov. Ocena trenutnega stanja povratnih nivojev je posodobljena, obstaja večji nabor meteoroloških postaj in daljši nizi meritev. Uporabljena je najnovejša metoda za izračun povratnih nivojev, vrednosti so interpolirane v pravilni mreži, tako da se lahko oceni vrednost v izbrani točki.

Iz literature in podatkov merilnih postaj je pričakovana rast 15-minutnih do nekajurnih ekstremnih padavin s stopnjo do 7%, obstaja pa velika verjetnost, da je ta stopnja dvakrat večja, torej 14% na vsako stopnjo ogrevanja ozračja.

Stopnja naraščanja povprečne temperature zraka iz modelskih rezultatov izbranih regionalnih podnebnih modelov na območju plazu v občini Vojnik za scenarij RCP4,5 znaša okrog 0,2°C/desetletje, z 95 odstotnim intervalom zaupanja med 0,13 in 0,32°C/desetletje. Pričakovano naraščanje v ekstremnih padavinah je od 0,91%/desetletje (po stopnji 7%/°C), oziroma 4,48%/desetletje (po 14%/°C), oziroma za 4,55% in 22,40% v prihodnjih 50 letih.

Ocene sedanjih in prihodnjih vrednosti največje višine 5, 10 in 15 minutnih nalivov s povratno dobo 100 let so prikazane v preglednici 2 (ARSO Ocena sprememb nalivov na območju plazu v občini Vojnik).

Vrednost s povratno dobo 100 let označuje tisto intenziteto padavin, ki je v povprečju dosežena ali presežena enkrat na 100 let.

## T.2.2 PRISPEVNA POVRŠINA

Pri hidravličnem izračunu (racionalna metoda) je upoštevana površinska voda, ki priteče v odvodno kanalizacijo iz zaledja in cestišča.

$$Q = q_{\text{rač}} * \varphi * F * \psi$$

Q = velikost odtoka (l/s)

$q_{\text{rač}}$  = jakost računskega naliva (l/s/ha)

$\varphi$  = odtočni koeficient

F = prispevna površina (ha)

$\Psi$  = koeficient zakasnitve

Na prilogi P.1 so prikazane prispevne površine pobočja in vozišča, ki gravitirajo v odvodno kanalizacijo.

V tabeli so navedeni odtočni koeficienti glede na nagib pobočja in vrsto zemljišča. V hidravličnem izračunu velikosti odtoka so upoštevani odtočni koeficienti iz tabele.

Odtočni koeficient:

TEREN	Nagib terena (%)			
	1-5%	5-10%	10-30%	30-40%
Naselje	0,35	0,35	0,35	0,35
Travnik	0,3	0,35	0,4	0,6
Vozišče	0,9	0,9	0,9	0,9

Hitrost odtoka vode na terenu (m/s):

TEREN	Nagib terena (%)						
	0-4%	4-8%	8-12%	12-15%	15-20%	20-25%	25-30%
Naselje	0,3	0,6	0,9	1,05	1,2	1,35	1,5
Travnik	0,45	0,9	1,2	1,35	1,5	1,65	1,8
Njiva	0,6	1,2	1,3	1,5	1,65	1,8	1,95
Jarek	0,3	0,9	1,5	2,4			
Tlak.jarek	1,5	3,6	4,65	5,4			

## T.2.3 IZRAČUN PREVODNOSTI PREPUSTOV in ODVODNE KANALITACIJE (PE-HD cevi)

Izračun prevodnosti kanalizacijske cevi je prikazan v prilogi P.2, posebej za današnji čas (2023) in za leto 2050. Upoštevan je 15 minutni naliv za povratno dobo 100 let ( $Q_{100,15 \text{ MIN}}$ ).

Iz rezultatov izračuna je razvidno, da predvidene kanalizacijske cevi ne dosegajo maksimalne stopnje polnitve 85%.

#### T.2.3.1 IZRAČUN PREVODNOSTI PREPUSTA PE-HD CEV 350mm med BJ št. 1 in BJ št. 2

Maksimalna vrednost pretoka v kanalizacijski cevi PE-HD 350mm s 5% padcem dosega vrednost  $Q_{\max}=182,0\text{l/s}$ .

#### T.2.3.2 IZRAČUN PREVODNOSTI KANALIZACIJSKIH CEVI PE-HD 400mm na iztoku iz BJ št. 1

Maksimalna vrednost pretoka v kanalizacijski cevi PE-HD 400mm z 12% padcem dosega vrednost  $Q_{\max}=436,0\text{l/s}$ .

#### T.2.3.3 IZRAČUN PREVODNOSTI KANALIZACIJSKIH CEVI PE-HD 400mm med BJ št. 1 in BJ št. 3

Maksimalna vrednost pretoka v kanalizacijski cevi PE-HD 400mm s 6,9% padcem dosega vrednost  $Q_{\max}=255,0\text{l/s}$ .

#### T.2.3.4 IZRAČUN PREVODNOSTI PREPUSTA PE-HD CEV 400mm med BJ št. 3 in BJ št. 4

Maksimalna vrednost pretoka v kanalizacijski cevi PE-HD 400mm s 5,5% padcem dosega vrednost  $Q_{\max}=255,0\text{l/s}$ .

### T.3 ZAKLJUČEK

Preverjena je prevodnost odvodne kanalizacije na območju plazu na JP 964131 Socka – Trnovlje - Selce.

Za hidravlični izračun je prispevna površina korigirana z upoštevanjem odtočnih koeficientov in hitrostjo odtekanja vode na terenu.

Za določitev trenda naraščanja ekstremnih kratkoročnih padavin je pri ARSO izdelana »Ocena sprememb kratkotrajnih nalivov za občino Vojnik«, rezultati so upoštevani pri hidravličnem dimenzioniranju odvodne kanalizacije.

Izračun prevodnosti je preverjen za leti 2023 in 2050 za 15 minutni naliv ob  $T=100$  letni povratni dobi. Delež izkoriščenosti prevodnosti prepustov in odvodne kanalizacije ne presega 75%.

**Zaradi hitrosti vode v odvodni kanalizaciji na iztoku iz BJ št. 1 ( $v_{\max}=6,57\text{m/s}$ , je potrebno zagotoviti zračenje BJ št.1 (bo zagotovljeno, če bo izvedena odprtina pod pokrovom za vtok asfaltne koritnice, kot je predvideno v projektni dokumentaciji).**

Maribor, november 2023

Pooblaščen inženir:  
Mitja Birsa, univ.dipl.inž.gr.



---

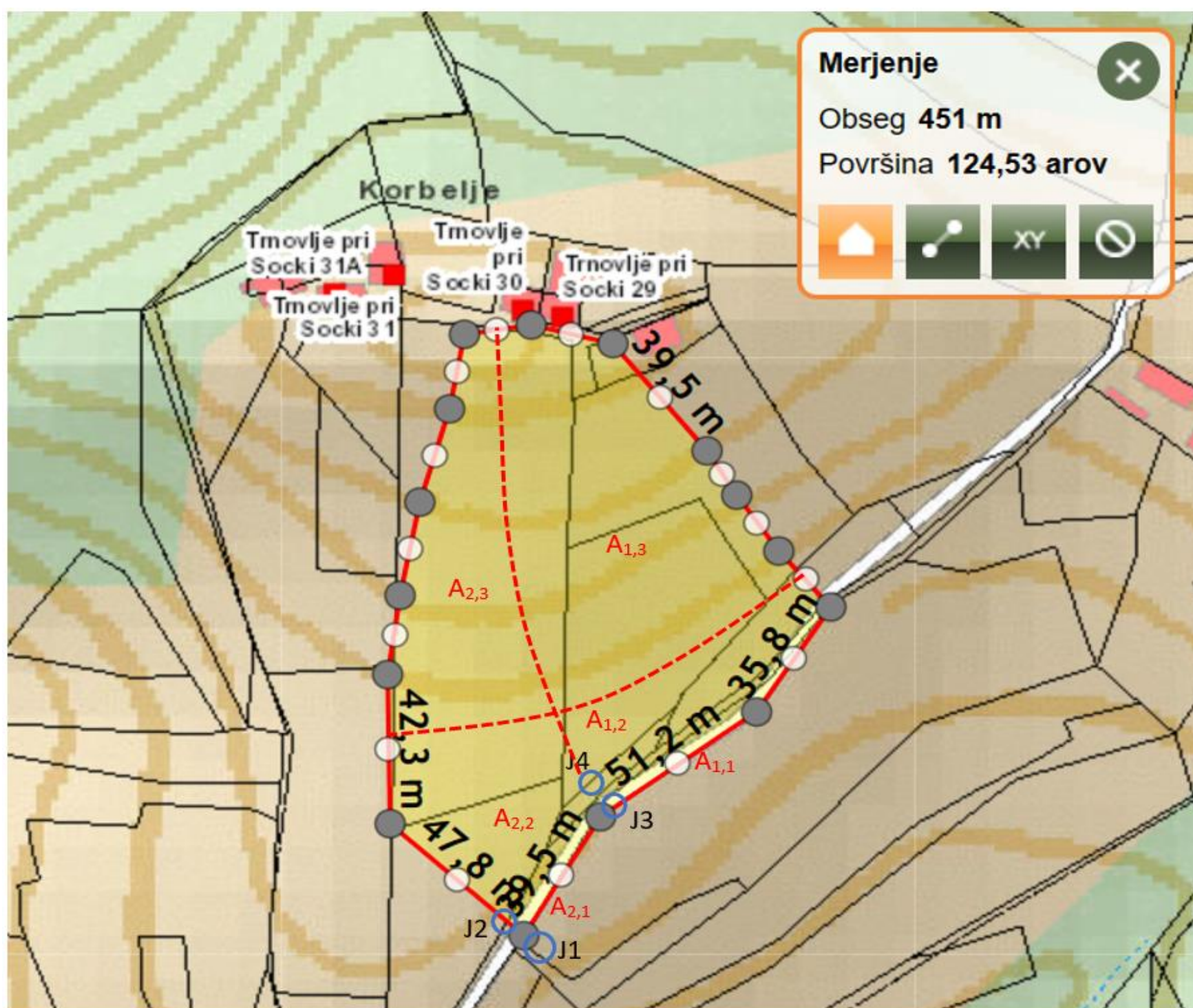
**SITUACIJA ODVODNJAVANJA - PRISPEVNE PORŠINE**

---



## PLAZ na JP 964131 SOCKA - TRNOVLJE - SELCE

### P.1 VPLIVNO OBMOČJE METEORNE VODE - PRISPEVNE POVRŠINE



---

## HIDRAVLICNI IZRAČUN

---

# PLAZ NA JP 964131 SOCKA - TRNOVLJE - SELCE

## P.2 PREVODNOST CESTNE KANALIZACIJE IN IZPUSTA

CESTNA KANALICACIJA PE HD 350 in 400mm

Dinamična viskoznost:  $\eta=1,038 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $T=10^\circ\text{C}$

Absolutna hrapavost:  $\varepsilon=0,5\text{mm}$  za PEHD cevi

Prispevne površine:

Vrste zemljišč:

Zemljišče

Gozd

Travnik

Tavnik

Njiva

Cesta

Poljska pot

Naselje - redka zazidava

Količniki odtokov ( $\phi_i$ ):

Nagib terena (%)

1-5%

0-0,2

0,3

0,3

0,5

0,9

0,35

0,35

5-10%

0-0,2

0,35

0,35

0,6

0,9

0,4

0,35

10-30%

0,1-0,3

0,4

0,4

0,7

0,9

0,4

0,35

30-40%

0,2-0,4

0,6

0,6

1

0,9

0,6

0,35

Upoštevane vrednosti  $\phi_i$

**0,5** (nagib 20 do 30%)

**0,7** (nagib 40 do 50%)

**0,9** (nagib do 10%)

Povratna doba 100 let

T minuta	P <sub>danes</sub>		P <sub>2050</sub>	
	mm	l/(s/ha)	mm	l/(s/ha)
5	20	667	24	800
10	34	567	42	700
15	42	<b>467</b>	51	<b>567</b>

Koeficient zakasnitve:  $\psi=1,0$

$$Q=q_{\text{rač.}} \times (A_i \times \phi_i \times \psi_i)$$

### P2.1 PREVODNOST PE HD PREPUSTA J3-J4, $\phi 400\text{mm}$

Cestna kanali.	Površina	A	$\phi_i$	$Q_{100}$	D	i	$\varepsilon$	$Q_p$	Q/Q <sub>p</sub>	h/D	Ocena
		ha		l/s	mm		mm	(l/s)			
J3-J4 (2023)	Travnik, A <sub>1,3</sub>	0,362	<b>0,70</b>	<b>210</b>	<b>400</b>	0,055	0,5	<b>393</b>	<b>0,534</b>	0,523	<b>Ustreza,</b> v=4,19m/s
	Travnik, A <sub>1,2</sub>	0,315	<b>0,50</b>								
	Cesta, A <sub>1,1</sub>	0,043	<b>0,90</b>								
J3-J4 (2050)	Travnik, A <sub>1,3</sub>	0,362	<b>0,70</b>	<b>255</b>	<b>400</b>	0,055	0,5	<b>393</b>	<b>0,648</b>	0,593	<b>Ustreza,</b> v=4,36m/s
	Travnik, A <sub>1,2</sub>	0,315	<b>0,50</b>								
	Cesta, A <sub>1,1</sub>	0,043	<b>0,90</b>								

### P2.2 PREVODNOST PE HD kanalizacijske cevi J1-J3, $\phi 400\text{mm}$

Cestna kanali.	Površina	A	$\phi_i$	$Q_{100}$	D	i	$\varepsilon$	$Q_p$	Q/Q <sub>p</sub>	h/D	Ocena
		ha		l/s	mm		mm	(l/s)			
J1-J3 (2023)	Travnik, A <sub>1,3</sub>	0,362	<b>0,70</b>	<b>210</b>	<b>400</b>	0,069	0,5	<b>440</b>	<b>0,477</b>	0,486	<b>Ustreza,</b> v=4,60m/s
	Travnik, A <sub>1,2</sub>	0,315	<b>0,50</b>								
	Cesta, A <sub>1,1</sub>	0,043	<b>0,90</b>								
J1-J3 (2050)	Travnik, A <sub>1,3</sub>	0,362	<b>0,70</b>	<b>255</b>	<b>400</b>	0,069	0,5	<b>440</b>	<b>0,579</b>	0,549	<b>Ustreza,</b> v=4,79m/s
	Travnik, A <sub>1,2</sub>	0,315	<b>0,50</b>								
	Cesta, A <sub>1,1</sub>	0,043	<b>0,90</b>								

### P2.3 PREVODNOST PE HD PREPUSTA J1-J2, $\phi 350\text{mm}$

Cestna kanali.	Površina	A	$\phi_i$	$Q_{100}$	D	i	$\varepsilon$	$Q_p$	Q/Q <sub>p</sub>	h/D	Ocena
		ha		l/s	mm		mm	(l/s)			
J1-J2 (2023)	Travnik, A <sub>2,3</sub>	0,265	<b>0,70</b>	<b>150</b>	<b>350</b>	0,05	0,5	<b>255</b>	<b>0,588</b>	0,555	<b>Ustreza,</b> v=3,72m/s
	Travnik, A <sub>2,2</sub>	0,243	<b>0,50</b>								
	Cesta, A <sub>2,1</sub>	0,016	<b>0,90</b>								
J1-J2 (2050)	Travnik, A <sub>2,3</sub>	0,265	<b>0,70</b>	<b>182</b>	<b>350</b>	0,05	0,5	<b>255</b>	<b>0,714</b>	0,666	<b>Ustreza,</b> v=3,84m/s
	Travnik, A <sub>2,2</sub>	0,243	<b>0,50</b>								
	Cesta, A <sub>2,1</sub>	0,016	<b>0,90</b>								

### P2.2 PREVODNOST PE HD izpustne cevi J1-Iztok, $\phi 400\text{mm}$

Cestna kanali.	Površina	A	$\phi_i$	$Q_{100}$	D	i	$\varepsilon$	$Q_p$	Q/Q <sub>p</sub>	h/D	Ocena
		ha		l/s	mm		mm	(l/s)			

J1-lztok (2023)	Travnik, A <sub>1,3</sub> +A <sub>2,3</sub>	0,627	<b>0,70</b>	359	400	0,12	0,5	581	0,618	0,574	<b>Ustreza,</b> v=6,39m/s (odzračnik na J1)
	Travnik, A <sub>1,2</sub> +A <sub>2,2</sub>	0,558	<b>0,50</b>								
	Cesta, A <sub>1,1</sub> +A <sub>2,1</sub>	0,057	<b>0,90</b>								
J1-lztok (2050)	Travnik, A <sub>1,3</sub> +A <sub>2,3</sub>	0,627	<b>0,70</b>	436	400	0,12	0,5	581	0,750	0,660	<b>Ustreza,</b> v=6,57m/s (odzračnik na J1)
	Travnik, A <sub>1,2</sub> +A <sub>2,2</sub>	0,558	<b>0,50</b>								
	Cesta, A <sub>1,1</sub> +A <sub>2,1</sub>	0,057	<b>0,90</b>								

---

**OCENA SPREMEMB NALIVOV ZA OBČINO VOJNIK**

---



REPUBLIKA SLOVENIJA  
**MINISTRSTVO ZA OKOLJE, PODNEBJE IN ENERGIJO**  
AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

# **Ocena sprememb nalivev na območju plaza v občini Vojnik**

Pripravila:  
**Neža Lokošek**

Ljubljana, oktober 2023

## Uvod

Podnebni modeli kvantitativno simulirajo interakcijo pomembnih dejavnikov podnebja, kot so ozračje, oceani, zemeljska površina in led. Upoštevajo prejeto energijo s sonca kot kratkovalovno (predvsem vidno in kratkovalovno infrardeče) sevanja in oddano dolgovalovno infrardeče sevanje. Vsako neravnovesje v prejeti in oddani energiji se pokaže kot sprememba v temperaturi. Upoštevati poskušajo čim več podatkov o podnebnem sistemu, kot so gibanje zračnih mas, nastajanje oblakov, tvorjenje padavin, večanje in manjšanje ledu na polih, spreminjanje vegetacije itn. Pogosto zato sklapljajo ozračje, oceane in led z reševanjem enačb za prenos energije, snovi in izmenjavo sevanja.

Ena od omejitev globalnih podnebnih modelov je sorazmerno groba vodoravna ločljivost. Za izračun lokalnih značilnosti podnebja potrebujemo podatke v večji ločljivosti, kot jo lahko ponudijo globalni modeli. Regionalni podnebni modeli so ena od treh možnosti, ki so na voljo za to (drugi dve sta zagon globalnih modelov v večji ločljivosti, kar je računalniško zelo zahtevno, ali uporaba statističnih tehnik za preračun v večjo ločljivost). Ti računajo na manjši površini in kot vhodni robni podatek jemljejo podatke kakega od globalnih modelov. Globalni modeli definirajo pojave na večji skali, kot so sprememba podnebja zaradi toplogrednih plinov ali izbruhov vulkanov ipd., regionalni modeli pa poskrbijo za vpliv lokalnih dejavnikov kot so relief, raba zemljišč ipd. na podnebje oz. vreme. Dajejo nam vremenske in podnebne informacije v ločljivosti od 50 km pa vse do 10 km. Regionalni modeli dajejo med seboj različne realizacije vremena, zanašamo pa se na to, da so osnovne značilnosti podnebja (npr. letni hodi in sezone, trendi itn.) pravilno realizirane.

Za oceno podnebnih sprememb na ARSO uporabljamo rezultate regionalnih podnebnih modelov projekta EuroCORDEX. Vodoravna ločljivost regionalnih modelov, ki smo jih uporabili, je okrog 14 km, obdobje modeliranja je za vse modele 1961–2100, za nekatere pa 1971–2100. Časovni korak modelskih rezultatov je en dan. Od približno 15 kombinacij globalnih in regionalnih podnebnih modelov smo izbrali šest takih, ki so si med seboj čim bolj različni in se obenem čim bolje skladajo z izmerjenimi vrednostmi podnebnih spremenljivk v preteklosti. Te smo obravnavali kot ansambel in iz šestih rezultatov za vsako spremenljivko izračunali skupno vrednost in razpon nedoločenosti.

Podnebni modeli vsebujejo sistematične napake. Te nastanejo med drugim zaradi omejene vodoravne in navpične ločljivosti, poenostavljenih enačb za nekatere fizikalne procese, numeričnih shem, nepopolnega razumevanja vseh podnebnih procesov itn. V splošnem je potrebno sistematične napake modelov pred uporabo njihovih rezultatov popraviti. Rezultati modelov naj bi čim bolj predstavili preteklost. Za to primerjamo modelske rezultate z meritvami in jih ustrezno popravimo. To se da storiti na več načinov, na ARSO smo uporabili metodo preslikav kvantilov. Popravke smo naredili za obdobje 1981–2100.

Ker je ločljivost modelov okrog 12 km, so modelski rezultati značilni za območja velikosti okrog 140 km<sup>2</sup>. Za ocene sprememb nalivov so ta območja prevelika, zato smo rezultate vseh podnebnih modelov preračunali v ločljivost 1 km, tako da sedaj analiziramo rezultate za



območja velikosti okoli 1 km<sup>2</sup>. Seznam modelov (globalni podnebni model, ki je dal robne pogoje (gcm), regionalni podnebni model (rcm), katerega podatke analiziramo), prikazuje preglednica 1.

Preglednica 1. Seznam modelov, katerih podatke smo uporabili v analizi. Podani so: globalni model (gcm) in regionalni model (rcm)

gcm	rcm
CNRM-CM5-LR	CCLM4-8-17
MPI-ESM-LR	CCLM4-8-17
EC-EARTH	HIRHAM5
IPSL-CM5A-MR	WRF331F
HadGEM2-ES	RACMO22E
MPI-ESM-LR	RCA4

Kaj se bo v prihodnosti dogajalo s podnebjem, je zelo odvisno od socialno-ekonomskega razvoja sveta. Od tega je namreč odvisen potek izpustov toplogrednih plinov v prihodnosti. Za Peto poročilo IPCC (Medvladni odbor za podnebne spremembe) je znanstvena skupnost določila nabor štirih novih scenarijev, ki se imenujejo značilni poteki vsebnosti (ang. Representative Concentration Pathways – RCP). Razlikujejo se po skupnem sevalnem prispevku leta 2100 glede na leto 1750.

Na zahtevo naročnika so podatki pripravljeni za sredino 21. stoletja in so ekstremne vrednosti ocenjene za obdobje okrog leta 2050. Podatke smo pripravili za **zmerno optimističen scenarij RCP4.5**, ki predpostavlja znatne blažilne ukrepe glede izpustov toplogrednih plinov. Na ta način upoštevamo tudi riziko, da države sveta ne bodo zmogle v celoti izpolniti zavez, ki so jih dale glede izpustov toplogrednih plinov (Pariški dogovor). V primeru vseh izpolnjenih zavez bi namreč potek izpustov toplogrednih plinov sledil optimističnemu scenariju RCP2.6.

Oceno trenutnega stanja povratnih nivojev smo posodobili. Sedaj imamo večji nabor meteoroloških postaj in daljše nize meritev. Uporabili smo tudi najnovejšo metodo za izračun povratnih nivojev, tako da se lahko vrednosti razlikujejo od starih povratnih nivojev, ki so objavljeni na naši spletni strani. Vrednosti povratnih nivojev smo interpolirali v pravilno mrežo, tako da lahko ocenimo vrednosti v izbrani točki.



## **Ekstremne padavine**

Modelski rezultati regionalni podnebnih modelov projekta EuroCORDEX nam zaradi koraka, dolžine enega dneva, dajejo samo dnevne vrednosti vremenskih spremenljivk. Zato lahko analiziramo samo vrednosti za dnevno ali večdnevno višino padavin. Na nalive s krajšim trajanjem iz teh podatkov ne moremo neposredno sklepati. Spremembo kratkih (15-minutnih) nalivov ocenjujemo iz študij, ki jih najdemo v literaturi.

Iz fizikalnega zakona (Clausius-Clapeyronova enačba) sledi, da kapaciteta ozračja za zadrževanje vlage narašča približno s stopnjo 7 % za vsako stopinjo v temperaturi ozračja. Trendi opazovane relativne vlažnosti kažejo, da bo relativna vlažnost v prihodnje ostala približno enaka v celotni troposferi, zato bo ozračje ob povečani temperaturi vsebovalo več absolutne vlage. Za 20. stoletje je na osnovi spremenjene temperature zraka pri tleh ocenjeno, da se je absolutna vlažnost nad oceani povečala za 5 %. Ker padavine prihajajo večinoma iz vremenskih sistemov, ki jih poganja vsebnost vlage v ozračju, je v splošnem intenzivnost padavin narasla. S tem se je povečala verjetnost močnejših padavinskih in snežnih dogodkov. Teorija, simulacije s podnebnimi modeli in empirični dokazi potrjujejo, da toplejše podnebje zaradi povečane vsebnosti vlage v ozračju vodi k intenzivnejšim padavinskimi dogodkom, tudi če se letna količina padavin nekoliko zmanjša. Pri povečani letni količini padavin pa je verjetnost za močnejše padavinske dogodke še večja. Toplejše ozračje povečuje verjetnost za sušo, ko ne dežuje, in poplave, ko dežuje. Seveda ne ob istem času in kraju (Trenberth, 2007).

### **Kratkotrajni nalivi na območju plaza v občini Vojnik**

Posledice ogrevanja ozračja na intenzivnost padavin z različno dolžino trajanja je tema, ki še vedno ni popolnoma rešena. Sprememba ekstremih enodnevnih višin padavin in nalivov s krajšim trajanjem (ena ura ali manj) zaradi ogrevanja ozračja ni enaka. Torej na podlagi scenarijev za spremembe dnevnih ekstremnih padavin ne moremo sklepati na spremembe krajših nalivov. Analiza odvisnosti dnevnih in urnih ekstremnih padavin od dnevne povprečne temperature (kot posredne spremenljivke, ki označuje temperaturo zračne mase) za opazovanja na Nizozemskem in Švici kažejo, da so spremembe dnevnih padavinskih ekstremov konsistentne s 7-odstotnim naraščanjem na 1 °C spremembe v temperaturi ozračja, da pa so spremembe dvakrat večje (14 % na stopinjo spremembe temperature ozračja) za enourne ekstremne nalive, ko povprečna dnevna temperatura zraka preseže 12 °C. Po rezultatih regionalnega podnebnega modela velja to tudi za večji del Evrope. Za severni del Slovenije simulacije kažejo na 5–10 % povečanje nalivov pri temperaturnem dvigu za 1 °C (Lenderink in van Meijgaard, 2008).

Poznejše študije so pokazale 14-odstotno stopnjo naraščanja enournih ekstremnih padavin v odvisnosti od temperature rosišča za podatke nizozemskih meteoroloških postaj in tudi za podatke območja, ki ima vlažno subtropsko podnebje (Hongkong). Stopnja je bila enaka za obe vrsti podatkov in je veljala za temperaturo rosišča do 23 oz. 24 °C (Lenderink, 2008).

Analize odvisnosti 15-minutnih nalivov s povratno dobo 50 let od povprečne dnevne temperature zraka so za naše postaje z dolgimi nizi (Ljubljana, Maribor in Kočevje) konsistentne z Lenderink, 2008. Od 0 do 18 °C narašča višina ekstremnih padavin s stopnjo od 12 do 15 % za vsako stopinjo toplejšega ozračja.

Iz literature in podatkov naših merilnih postaj torej pričakujemo rast 15-minutnih do nekajurnih ekstremnih padavin s stopnjo **do 7 %**, obstaja pa **velika verjetnost**, da je ta stopnja dvakrat večja, torej **14 %** na vsako stopinjo ogrevanja ozračja.

Stopnja naraščanja povprečne temperature zraka iz modelskih rezultatov izbranih regionalnih podnebnih modelov na območju plazu v občini Vojnik za scenarij **RCP4.5** znaša okrog **0,20 °C/desetletje**, z 95-odstotnim intervalom zaupanja med **0,13** in **0,32 °C/desetletje**. Od tod lahko pričakujemo naraščanje v ekstremnih padavinah od **0,91 %/desetletje** (po stopnji 7 %/°C) oz. **4,48 %/desetletje** (po stopnji 14 %/°C) oz. za **4,55 %** in **22,40 %** v prihodnjih 50 letih. Trenda naraščanja ekstremnih padavin sta določena iz spodnjega in zgornjega intervala zaupanja trenda povprečne temperature. Ocene sedanjih in prihodnjih vrednosti največje višine 5, 10 in 15-minutnih nalivov s povratno dobo 100 let pa preglednica 2. Vrednost s povratno dobo 100 let označuje tisto intenziteto padavin, ki je v povprečju dosežena ali presežena enkrat na 100 let.

Preglednica 2. Ocene za ekstremne 5-, 10- in 15-minutne nalive (v mm) s povratno dobo 100 let na območju plazu v občini Vojnik. Ocene so podane za današnje podnebje (danes) in za podnebje v sredini 21. stoletja (2050) po scenariju RCP4.5. Za prihodnje podnebje je podan interval verjetnih vrednosti, dobljen iz teoretičnih ocen po stopnjah 7 %/°C in 14 %/°C.

Območje	Dolžina naliva (minute)	Obdobje	Povratni nivo (mm)
			100 let
Vojnik	5	danes	20
		2050	21–24
	10	danes	34
		2050	36–42
	15	danes	42
		2050	44–51

## Viri

- Trenberth, K.E. et al, 2007: Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S. et al (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Lenderink, G., van Meijgaard, E., 2008. Increase in hourly precipitation extremes beyond expectations from temperature changes, Nat. Geosci 1, 511-514, doi:10.1038/ngeo262.
- Lenderink, G. et. al, 2011. Scaling and trends of hourly precipitation extremes in two different climate zones – Hong Kong and the Netherlands, Hydrol. Earth Syst. Sci., doi:10.5194/hess-15-3033-2011.